

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-255138

(43) 公開日 平成7年(1995)10月3日

(51) Int.Cl.<sup>5</sup>

H 0 2 K 1/27

21/14

識別記号

5 0 1 A

M

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数 5 F D (全 4 頁)

(21) 出願番号 特願平6-67751

(22) 出願日 平成6年(1994)3月11日

(71) 出願人 000006822

株式会社安川電機

福岡県北九州市八幡西区黒崎城石2番1号

(72) 発明者 宮本 恭祐

福岡県北九州市八幡西区黒崎城石2番1号

株式会社安川電機内

(72) 発明者 岩金 孝信

福岡県北九州市八幡西区黒崎城石2番1号

株式会社安川電機内

(72) 発明者 安東 徳男

福岡県北九州市八幡西区黒崎城石2番1号

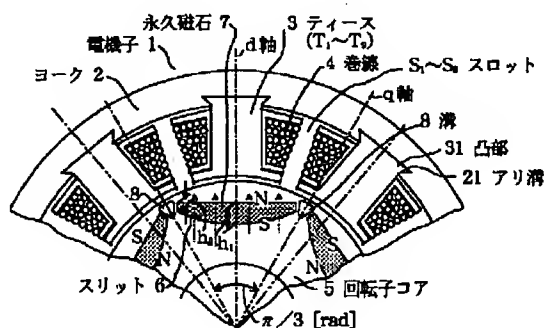
株式会社安川電機内

(54) 【発明の名称】 永久磁石形同期回転電機

(57) 【要約】 (修正有)

【目的】作業性のよい、q軸磁束制御し易い、高速回転に適した永久磁石形同期回転電機を提供する。

【構成】電磁鋼板を軸方向に積層した円筒状の回転子コア5と、この回転子コア5を扇形状に等分し、その外径側・両端部に回転子コア5の残部を切り残した、上面を直線とし、下面を両端の高さ $h_2$ を中央部の高さ $h_1$ のほぼ $1/2$ とした円弧で結んだ凸レンズ状のスリット6を内径側に向かって凸に設け、このスリット6間に、漏洩磁束防止用の三角形の溝8を設け、前記スリット6と対象形のp個の永久磁石7をスリット6内に嵌合して界磁を構成し、電磁鋼板を軸方向に積層した円環状のヨーク2の内径側に設けたアリ溝に、外径側にヨーク2のアリ溝に嵌合する凸部を設けたティース3に同一巻数の集中巻の巻線4を巻回し、電機子磁極数とびで直列に結線し、周方向に等ピッチで嵌合して構成した電機子1を構成する。



1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 複数の永久磁石で構成した界磁と、多相多極巻線を巻回した電機子よりなる永久磁石形同期回転機において、

電磁鋼板を軸方向に積層した円筒状の回転子コア5と、この回転子コア5を扇形状に等分し、その外径側・両端部に回転子コア5の残部を切り残した、上面を直線とし、下面を両端の高さ $h_2$ を中央部の高さ $h_1$ のほぼ $1/2$ とした円弧で結んだ凸レンズ状のスリット6を内径側に向かって凸に設け、このスリット6間に、漏洩磁束防止用の三角形の溝8を設け、前記スリット6と対象形の $p$ 個の永久磁石をスリット6内に嵌合して構成した界磁と、電磁鋼板を軸方向に積層した円環状のヨーク2の内径側に設けたアリ溝に、外径側にヨーク2のアリ溝に嵌合する凸部を設けたティース3に同一巻数の集中巻の巻線4を巻回し、電機子磁極数とびで直列に結線し、周方向に等ピッチで嵌合して構成した電機子を備えたことを特徴とする永久磁石形同期回転電機。

【請求項2】 前記回転子コア5に設けた溝8をバランス調整用に用いる請求項1記載の永久磁石形同期回転電機。

【請求項3】 前記バランス調整を、前記溝8内を軸方向に貫通するスタッド・ボルト、回転子コア5の両端に設けた座金とバランス調整用のウエイトによる請求項2記載の永久磁石形同期回転電機。

【請求項4】 前記バランス調整を、前記溝8内を軸方向に貫通するスタッド・ボルト、回転子コア5の両端に設けたディスクによる請求項2記載の永久磁石形同期回転電機。

【請求項5】 前記バランス調整を、前記溝8内を軸方向に形成した連続する膜と溝8内に固定したウエイトによる請求項2記載の永久磁石形同期回転電機。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、複数の永久磁石で構成した界磁と、鉄心に設けたスロット内に巻回した電機子で構成した永久磁石形同期回転電機に関する。

## 【0002】

【従来の技術】上記の永久磁石形同期回転電機のコギングトルクの減少するものとして以下の技術が提案されている。第1の従来技術として、コギングトルクを無くするため、界磁を $m$ 個の永久磁石で構成し、しかも一極対となる一対の永久磁石が、電機子鉄心の $3m$  ( $m$ は正整数)本のスロットに対向するタイプの回転機において、回転方向に関し永久磁石の中央位置を角度で $0^\circ$ としたとき、各永久磁石の各角度 $\theta$  (角度は電気角)における磁束密度 $B(\theta)$ が、 $n$ を正整数、 $B_m$ を定数、 $\theta_1 = 90^\circ (1 - 2n/3m)$ 、 $\theta_2 = -\theta_1$ としたとき、 $(1) -90^\circ \leq \theta \leq \theta_2$ の区間で、 $B(\theta) = B$

2

$m \cos(3m(\theta - \theta_2)/2n)$ 、 $(2) \theta_2 < \theta < \theta_1$ の区間で、 $B(\theta) = B_m$ 、 $(3) \theta_1 < \theta < 90^\circ$ の区間で、 $B(\theta) = B_m (3m(\theta - \theta_1)/2n)$ となる形状の永久磁石を用いて、各永久磁石の磁束分布が中央でフラットに、両端で余弦波状に変化させるものがある(例えば、特開昭63-294244号公報)。第2の従来技術として、効率や力率を犠牲にすることなくコギングトルクの低減を実現するため、ステータスロット数を電機子巻線の整数倍かつ永久磁石の極数で割った値が分数とし、ステータスロットに収納する巻線の導体数を相帯の成分ベクトルの大きさにほぼ比例した値にしたものがある(例えば、特開昭60-216759号公報)。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】ところが、第1および第2の従来技術では、永久磁石をギャップ面にもうけているため、ベクトル制御する場合、 $q$ 軸磁束を制御できず、高速回転には適さない。また、双方とも電機子鉄心が一体のコアにより構成されているため、大型のものは巻線作業がし難いという欠点があった。そこで、本発明は、作業性のよい、 $q$ 軸磁束制御し易い、高速回転に適した永久磁石形同期回転電機を提供することを目的とする。

## 【0004】

【課題を解決するための手段】上記問題を解決するために、本発明は、複数の永久磁石で構成した界磁と、多相多極巻線を巻回した電機子よりなる永久磁石形同期回転電機において、電磁鋼板を軸方向に積層した円筒状の回転子コア5と、この回転子コア5を扇形状に等分し、その外径側・両端部に回転子コア5の残部を切り残した、上面を直線とし、下面を両端の高さ $h_2$ を中央部の高さ $h_1$ のほぼ $1/2$ とした円弧で結んだ凸レンズ状のスリット6を内径側に向かって凸に設け、このスリット6間に、漏洩磁束防止用の三角形の溝8を設け、前記スリット6と対象形の $p$ 個の永久磁石をスリット6内に嵌合して界磁を構成し、電磁鋼板を軸方向に積層した円環状のヨーク2の内径側に設けたアリ溝に、外径側にヨーク2のアリ溝に嵌合する凸部を設けたティース3に同一巻数の集中巻の巻線4を巻回し、電機子磁極数とびで直列に結線し、周方向に等ピッチで嵌合して構成した電機子を構成する。

## 【0005】

【作用】回転子コアの外径とスリットの上面には、半月状のコアが形成され磁路断面積が大きくとれ、同一形状の永久磁石の作る磁束が正弦波状になる。また、ティースを分割形にしたことにより、巻線作業をティース単独・個別に行える。

## 【0006】

【実施例】以下、本発明の実施例を図に基づいて説明する。図1は、本発明の実施例を示す断面図である。一例

3

として、3相・9スロット・6極を例にしてある。1は電機子であり、電磁鋼板を軸方向に積層した円環状のヨーク2の内径側に設けたアリ溝21に、外径側にヨーク2のアリ溝21に嵌合する凸部31を設けた9個のティース3を周方向に等ピッチで嵌合してある。したがって、ティース間には9個のスロットS<sub>1</sub>～S<sub>9</sub>が形成される。ティース3各々T<sub>1</sub>・…・T<sub>9</sub>には、同一巻数の集中巻の巻線4を巻回してある。この巻線4各々の結線は、図2(a)に示すように、U相はT<sub>1</sub>、T<sub>4</sub>、T<sub>7</sub>、V相はT<sub>2</sub>、T<sub>5</sub>、T<sub>8</sub>、W相はT<sub>3</sub>、T<sub>6</sub>、T<sub>9</sub>に巻回されており、各々の相は直列に接続してある。従って、電機子1側には3相・6極の磁極が形成される。電機子巻線の合成起磁力ベクトルは、図2(b)に示すように、各相同一の大きさで、電機角で120°の位相を持つ。ティース3の内径側には、電磁鋼板を軸方向に積層した円筒状の回転子コア5の外径側を、空隙を介し対向させてある。回転子コア5を扇形状に6等分し、その外径側・両端部に回転子コア5の残部を切り残した凸レンズ状のスリット6を、内径側に向かって凸に設けてある。ここで、スリット6の形状は、上面を直線とし、下面を両端の高さh<sub>2</sub>を中央部の高さh<sub>1</sub>のほぼ1/2とした円弧としてある。回転子コア5の外径とスリット6の上面には、半月状のコアが形成され、q軸磁束を通し易くしてある。回転子コア5の両端部の残部には、底を外径側にした各隅にRを付けた三角形の漏洩磁束防止用の溝8を設けてある。各々のスリット6には、スリット6と対象形の永久磁石7を嵌合してあり、6極の界磁を形成する。この時、永久磁石7の作る磁束は、磁石形状に倣いほぼ正弦波状となる。第2の実施例を、図3により説明する。実施例における凸レンズ状のスリット6を台形に変え、内径側に向かって凸に設けてある。ギャップの磁束分布は、実施例ほど正弦波にはならないが、正弦波に近い磁束分布が得られる。以下に、実施例の漏洩磁束防止用の溝8をアンバランス・ウエイト調整用に利用する例を説明する。第3の実施例を、図4により説明する。溝8内には、非磁性体のスタッドボルト10を軸方向に貫通させてある。スタッドボルト10の両端には、溝8の形状に合わせた底部を持つ座金11を設け、その底部を溝8に嵌合し、スタッドボルト10を回り止めしてある。座金11の外側には、アンバラン

4

ス13の回り止めは接着や溶接によって行う。バランス調整は、ディスク14をグラインダ等で削り取るようにする。第5の実施例を、図6により説明する。この例は、第3の実施例を簡易にしたもので、溝8内に接着剤の塗布や低融点・非磁性金属を流し込みにより軸方向に連続する膜15を形成し、回転子コア5を固定し、溝8の軸方向端部の内部にアンバランス・ウエイト調整用のウエイト16を、樹脂の接着や非磁性・金属片の溶接により、回転子コア5に直接設けたものである。なお、ウエイト14を溝8内に充填し、アンバランス量を削り取っても良い。

## 【0007】

【発明の効果】以上述べたように、本発明によれば下記の効果がある。

1. ティースを分割形にしてあるので、巻線作業を単独・個別に行えるので、製作し易い。
2. 回転子コアの外径とスリットの上には、半月状のコアが形成され磁路断面積が大きくとれるので、q軸磁束の制御がし易い。
3. 漏洩磁束防止用の溝を各隅にRを付けた三角形にしたので、応力集中が生じ難くコアの剛性が上がる。
4. 永久磁石の作る磁束を正弦波状にしたので、電機子の作る磁界との相互作用によりコギングトルクが生じない。

5. 漏洩磁束防止用の溝を回転子の軸方向固定やバランス調整用に兼用するので、磁路の利用断面積が増え、磁気抵抗が減少する。

## 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例を示す部分断面図。

【図2】本発明の実施例を示す、(a)巻線の結線図、(b)巻線の起磁力ベクトル図。

【図3】本発明の第2の実施例を示す部分断面図。

【図4】本発明の第3の実施例を示す側断面図。

【図5】本発明の第4の実施例を示す側断面図。

【図6】本発明の第5の実施例を示す側断面図。

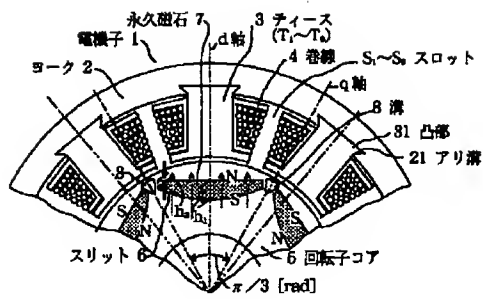
## 【符号の説明】

- 1 電機子
- 2 ヨーク
- 21 アリ溝
- 3 ティース
- 31 凸部
- 4 巻線
- 5 回転子コア
- 6 スリット
- 7 永久磁石
- 8 溝
- 10 スタッドボルト
- 11 座金
- 12、16 ウエイト
- 13 ナット

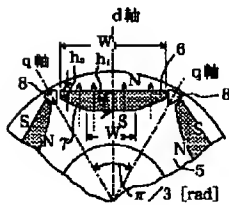
14 ディスク

15 膜

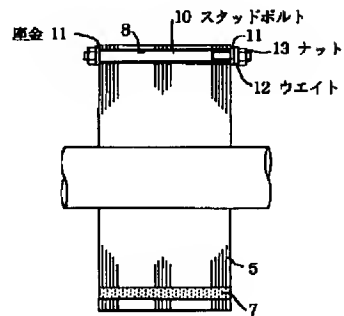
【図1】



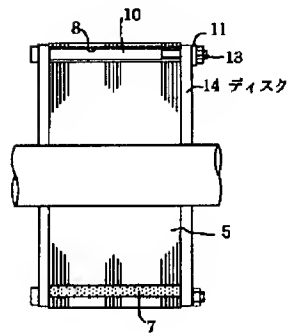
【図3】



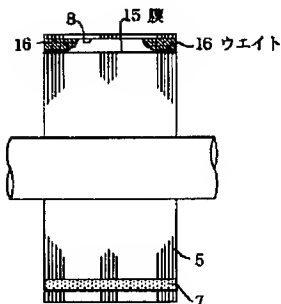
【図4】



【図5】



【図6】



【図2】

